


"EXPRESS MAIL" MAILING LABEL No. EV 332008057US  
DATE OF 21 April 2004  
I HEREBY CERTIFY THAT THIS PAPER OR FEE IS BEING DEPOSITED  
WITH THE UNITED STATES POSTAL SERVICE "EXPRESS MAIL POST  
OFFICE TO ADDRESSEE" SERVICE UNDER 37 C.F.R. 1.10 ON THE DATE  
INDICATED ABOVE AND IS ADDRESSED TO MAIL STOP PATENT  
APPLICATION; COMMISSIONER OF PATENTS; P.O. BOX 1450,  
ALEXANDRIA, VA 22313-1450  
Barbara L. Juhas  
(TYPED OR PRINTED NAME OF PERSON MAILING PAPER OR FEE)  
  
(SIGNATURE OF PERSON MAILING PAPER OR FEE)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the application of: )  
Naoki Shimazaki )  
Title: )  
FUEL INJECTION CONTROL DEVICE )  
Serial No.: *Not Assigned* )  
Filed On: *Herewith* ) (Our Docket No. 5616-0089)

Hartford, Connecticut, April 21, 2004

Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

PRIORITY CLAIM AND SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

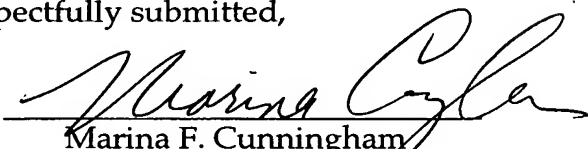
Dear Sir:

This application is entitled to the benefit of and claims priority from  
Japanese Patent Application No. 2003-122026 filed April 25, 2003. A certified  
copy of the Japanese Patent Application is enclosed herewith.

Please contact the Applicant's representative at the phone number listed  
below with any questions.

Respectfully submitted,

By:

  
Marina F. Cunningham  
Attorney for Applicant  
Registration No. 38,419

McCormick, Paulding & Huber LLP  
CityPlace II, 185 Asylum Street  
Hartford, Connecticut 06103-3402  
860-549-5290

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                    2 0 0 3 年    4 月 2 5 日  
Date of Application:

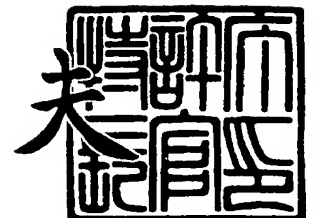
出 願 番 号                    特 願 2 0 0 3 - 1 2 2 0 2 6  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                    [ J P 2 0 0 3 - 1 2 2 0 2 6 ]

出      願      人                    い す ゞ 自 動 車 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    2 月 2 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 3 1 4 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 IZ4150003

【提出日】 平成15年 4月25日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F02D 41/40

【発明の名称】 燃料噴射制御装置

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市土棚 8 番地 株式会社いすゞ中央研究所  
内

【氏名】 島▲崎▼ 直基

【特許出願人】

【識別番号】 000000170

【氏名又は名称】 いすゞ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068021

【弁理士】

【氏名又は名称】 絹谷 信雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014269

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料噴射制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃焼室内に噴射した燃料が、該燃料の噴射終了後、予混合期間を経て着火するようにした燃料噴射制御装置であって、

エンジン運転状態などに基づいて目標とする予混合期間を決定する目標予混合期間決定手段と、

実際の予混合期間を検出する実予混合期間検出手段と、

上記実予混合期間が上記目標予混合期間に近づくように燃料の予混合期間を調節する予混合期間調節手段とを備えたことを特徴とする燃料噴射制御装置。

【請求項 2】 上記実予混合期間検出手段が、上記燃料の噴射終了時期を検出する噴射終了時期検出手段と、燃料の着火時期を検出する着火時期検出手段とを備える請求項 1 記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 3】 上記着火時期検出手段は、上記燃焼室内の圧力を検出する筒内圧センサ、上記燃焼室内に設けられたイオンセンサ、内燃機関の加速度を検出する加速度センサ、のうち何れか一つ又は複数の組み合わせからなる請求項 2 記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 4】 上記予混合期間調節手段が、燃料の噴射時期及び／又は噴射圧力を制御するものである請求項 1 ～ 3 いずれかに記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 5】 上記予混合期間調節手段が、排気ガスを上記燃焼室内に還流する排気ガス還流手段、上記燃焼室の容積を変更して圧縮比を変化させる可変圧縮比機構、吸排気バルブの開閉タイミングを変えて圧縮比を変化させる可変バルブタイミング機構、水又はアルコール等の液体を上記燃焼室内に噴射する噴射手段、のうち何れか一つ又は複数の組み合わせを備える請求項 1 ～ 4 いずれかに記載の燃料噴射制御装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、排気ガスの改善を図った燃料噴射制御装置に関するものである。

**【 0 0 0 2 】****【従来の技術】**

従来、ディーゼルエンジンではシリンダ内（燃焼室内）が高温・高圧となるピストンの圧縮上死点近傍で燃料を噴射して燃焼を行うのが一般的であった。

**【 0 0 0 3 】**

噴射された燃料は、吸入空気と混合して混合気となり、その混合気が着火して火炎が形成され、その火炎に後続の噴射燃料が供給されることにより燃焼が継続される。この燃焼方式は、燃料の噴射中に着火が始まるものであり、本明細書中では通常燃焼という。

**【 0 0 0 4 】**

ところで、近年では、燃料噴射時期（タイミング）を圧縮上死点よりも早期にして着火遅れ期間を長くし、燃料と吸入空気との混合を十分に促進させることで、大幅な燃費悪化をもたらさずに  $\text{NO}_x$  及びスモークを大幅に低減できる新たな燃焼方式が提案されている（例えば、特許文献 1 及び 2）。

**【 0 0 0 5 】**

具体的には、圧縮上死点前の吸気行程から圧縮行程の間に燃料噴射が行われ、燃料の噴射終了後所定の予混合期間を経て着火が始まる。この燃焼方式では、着火遅れ期間が長く、混合気が十分に希薄・均一化されるので、局所的な燃焼温度が下がり、 $\text{NO}_x$  排出量が低減する。また、局所的に空気不足状態での燃焼が回避されるためスモークも抑制される。このように、圧縮上死点よりも早期に燃料を噴射し、燃料の噴射終了後に着火が始まる燃焼及び噴射方式を本明細書中では早期予混合燃焼及び早期予混合噴射という。

**【 0 0 0 6 】****【特許文献 1】**

特開 2 0 0 1 - 2 0 7 8 4 号公報

**【特許文献 2】**

特開 2 0 0 2 - 3 2 7 6 3 8 号公報

**【 0 0 0 7 】****【発明が解決しようとする課題】**

このように排気ガスの改善に有効な早期予混合燃焼（噴射）であるが、燃料の着火時期の制御が困難であり、実現が難しかった。つまり、上述した通常燃焼では燃料の噴射中に燃料が着火するため、着火時期は燃料噴射時期を制御することで比較的容易に制御できるのであるが、早期予混合燃焼では、燃料噴射時期の制御だけでは着火時期を十分に制御することができない。

#### 【0008】

詳しくは「発明の実施の形態」の欄で述べるが、本発明者らは、早期予混合燃焼では、燃料の噴射終了時期から着火開始までの期間（この期間を本明細書中では予混合期間という）を適切な範囲内に制御しなければ、排気ガスの浄化効果を得られないばかりでなく、HCの排出量や燃費などが悪化する虞もあることを確認した。従って、早期予混合燃焼を実現するには、燃料の着火時期及び予混合期間を適切に制御することが不可欠である。

#### 【0009】

そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、燃料の予混合期間を適切に制御して排気ガスを改善できる燃料噴射制御装置を提供することにある。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明は、燃焼室内に噴射した燃料が、その燃料の噴射終了後、予混合期間を経て着火するようにした燃料噴射制御装置であって、エンジン運転状態などに基づいて目標とする予混合期間を決定する目標予混合期間決定手段と、実際の予混合期間を検出する実予混合期間検出手段と、上記実予混合期間が上記目標予混合期間に近づくように燃料の予混合期間を調節する予混合期間調節手段とを備えたものである。

#### 【0011】

ここで、上記実予混合期間検出手段が、上記燃料の噴射終了時期を検出する噴射終了時期検出手段と、燃料の着火時期を検出する着火時期検出手段とを備えても良い。

#### 【0012】

また、上記着火時期検出手段は、上記燃焼室内の圧力を検出する筒内圧センサ

、上記燃焼室内に設けられたイオンセンサ、内燃機関の加速度を検出する加速度センサ、のうち何れか一つ又は複数の組み合わせからなっても良い。

#### 【 0 0 1 3 】

また、上記予混合期間調節手段が、燃料の噴射時期及び／又は噴射圧力を制御するものであっても良い。

#### 【 0 0 1 4 】

また、上記予混合期間調節手段が、排気ガスを上記燃焼室内に還流する排気ガス還流手段、上記燃焼室の容積を変更して圧縮比を変化させる可変圧縮比機構、吸排気バルブの開閉タイミングを変えて圧縮比を変化させる可変バルブタイミング機構、水又はアルコール等の液体を上記燃焼室内に噴射する噴射手段、のうち何れか一つ又は複数の組み合わせを備えても良い。

#### 【 0 0 1 5 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な一実施形態を添付図面に基づいて詳述する。

#### 【 0 0 1 6 】

本実施形態はコモンレール式直噴ディーゼルエンジンに適用したものであり、図 1 を用いてその概略構成を説明する。なお、図 1 では一気筒のみ示されているが、当然多気筒であっても良い。

#### 【 0 0 1 7 】

図中 1 がエンジン本体であり、これはシリンダ 2、シリンダヘッド 3、ピストン 4、吸気ポート 5、排気ポート 6、吸気弁 7、排気弁 8、インジェクタ（燃料噴射弁） 9 等から構成される。シリンダ 2 とシリンダヘッド 3 との空間に燃焼室 1 0 が形成され、燃焼室 1 0 内にインジェクタ 9 から燃料が直接噴射される。ピストン 4 の頂部にキャビティ 1 1 が形成され、キャビティ 1 1 は燃焼室の一部をなす。キャビティ 1 1 は底部中央が隆起したトロイダル型燃焼室の形態をなす。なお、本発明は燃焼室の形状に制約はなく、リエントラント型燃焼室等であっても良い。インジェクタ 9 はシリンダ 2 と略同軸に配置され、複数の噴孔から同時に放射状に燃料を噴射する。インジェクタ 9 はコモンレール 2 4 に接続され、そのコモンレール 2 4 に貯留された高圧燃料がインジェクタ 9 に常時供給されてい

る。コモンレール 24 への燃料圧送は高圧サプライポンプ 25 により行われる。

吸気ポート 5 は吸気管 12 に、排気ポート 6 は排気管 13 にそれぞれ接続される。

#### 【0018】

本実施形態のエンジンは排気ガスを燃焼室 10 内に還流する EGR 装置（排気ガス還流手段）19 を具備している。EGR 装置 19 は、吸気管 12 と排気管 13 とを結ぶ EGR 管 20 と、EGR 率を調節するための EGR 弁 21 と、EGR 弁 21 の上流側にて EGR ガスを冷却する EGR クーラ 22 とを備える。吸気管 12 においては、EGR 管 20 との接続部の上流側にて吸気を適宜絞るための吸気絞り弁 23 が設けられる。

#### 【0019】

このエンジンを電子制御するための電子制御ユニット（以下 ECU という）26 が設けられる。ECU 26 は各種センサ類から実際のエンジン運転状態を検出し、このエンジン運転状態に基づいてインジェクタ 9、EGR 弁 21、吸気絞り弁 23、及び高圧サプライポンプ 25 からの燃料圧送量を調節する調量弁（図示せず）等を制御する。前記センサ類としては、アクセル開度を検出するアクセル開度センサ 14、エンジンの回転速度を検出するエンジン回転センサ 15、エンジンのクランク軸（図示せず）の角度を検出するクランク角度センサ 16、コモンレール 24 内の燃料圧力を検出するコモンレール圧センサ 17 等が含まれ、実際のアクセル開度、エンジン回転速度、クランク角度、コモンレール圧等が ECU 26 に入力される。

#### 【0020】

インジェクタ 9 は、ECU 26 により ON/OFF される電気アクチュエータとしての電磁ソレノイドを有し、電磁ソレノイドが ON のとき開状態となって燃料を噴射すると共に、電磁ソレノイドが OFF のとき閉状態となって燃料噴射を停止する。ECU 26 は、エンジン回転速度とアクセル開度等のエンジン運転状態を示すパラメータに基づいて燃料の噴射開始時期（タイミング）と噴射量とを決定し、それに従ってインジェクタ 9 の電磁ソレノイドを ON/OFF する。

#### 【0021】



ここで、本実施形態の燃料噴射制御装置は、早期予混合燃焼（噴射）を実行するものである。つまり、E C U 2 6 は圧縮上死点よりも前（早期）にインジェクタ 9 を O N して燃料の噴射を実行し、その噴射された燃料は、燃料の噴射終了後、予混合期間を経て着火・燃焼する。本実施形態の燃料噴射制御装置は、燃料の予混合期間（つまり、燃料噴射終了後から燃料が着火するまでの期間）を適切に制御して排気ガスを確実にかつ効果的に改善できるようにしたものであり、以下、この点について説明する。

#### 【 0 0 2 2 】

本実施形態の燃料噴射制御装置は、エンジン運転状態などに基づいて目標とする予混合期間を決定する目標予混合期間決定手段と、実際の予混合期間を検出する実予混合期間検出手段と、上記実予混合期間が上記目標予混合期間に近づくように燃料の予混合期間を調節する予混合期間調節手段とを備え、これら各手段により燃料の予混合期間を適切に制御する。

#### 【 0 0 2 3 】

目標予混合期間決定手段は、具体的には E C U 2 6 からなる。つまり、E C U 2 6 には、エンジン回転速度やアクセル開度などのエンジン運転状態を示すパラメータ毎に最適な予混合期間（目標予混合期間）を定めたマップ又は演算式が予め入力される。最適な予混合期間とは、N O x やスモークなどを効果的に低減でき、かつ H C 排出量及び燃費が悪化しないような予混合期間であり、予め実験やシミュレーションなどにより求めておく。E C U 2 6 は、アクセル開度センサ 1 4、エンジン回転センサ 1 5 等の検出値に基づいてマップ又は演算式から目標予混合期間を決定する。

#### 【 0 0 2 4 】

実予混合期間検出手段は、燃料の噴射終了時期を検出する噴射終了時期検出手段と、燃料の着火時期を検出する着火時期検出手段とを備え、これら両検出手段により検出された実際の燃料噴射終了時期及び実際の燃料着火時期とに基づいて実際の予混合期間を算出する。

#### 【 0 0 2 5 】

噴射終了時期検出手段は本実施形態では E C U 2 6 からなる。E C U 2 6 はエ

エンジン運転状態を示すパラメータに基づいて決定した燃料の噴射開始時期及び噴射量などに基づいて燃料の噴射終了時期を算出する。具体的には、まず、燃料噴射量とコモンレール圧（燃料噴射圧力）とから燃料の噴射期間を算出すると共に、燃料の噴射開始時期から噴射期間だけ遅らせた時期を燃料噴射指示終了時期（インジェクタ 9 のソレノイドを OFF に切り換える時期）として決定する。この燃料噴射指示終了時期から、インジェクタ 9 のソレノイドが OFF されてからインジェクタ 9 が実際に閉となるまでに要する期間（作動遅れ期間）だけ遅らせた時期を燃料噴射終了時期として決定する。インジェクタ 9 の作動遅れ期間は、予め試験等によりエンジン回転速度やアクセル開度などの各種パラメータ毎に求められ、マップ又は演算式として ECU 26 に入力される。

#### 【0026】

着火時期検出手段は本実施形態では、ECU 26 と、燃焼室 10 内に臨んで設けられ、燃焼室 10 内の圧力を検出する筒内圧センサ 30 とを備える。つまり、燃料が着火すると燃焼室 10 内の圧力が急激に上昇するので、筒内圧センサ 30 の検出値が急激に変化（上昇）した時期を燃料の着火時期として判断する。筒内圧センサ 30 の検出値は ECU 26 に入力され、ECU 26 がその検出値に基づいて着火時期を判断する。

#### 【0027】

予混合期間調節手段は本実施形態では、ECU 26 と EGR 装置（排気ガス還流手段）19 とを備え、実予混合期間検出手段が検出した実際の予混合期間と、目標予混合期間決定手段が決定した目標予混合期間とを比較して、その差がなくなるように、つまり、実予混合期間が目標予混合期間に近づくように燃料の予混合期間を調節する。

#### 【0028】

本実施形態では、予混合期間の調節は以下に示す三つの方法のうちいずれか一つ又は複数の組み合わせにより行う。

#### 【0029】

1) 燃料噴射時期の調節。燃料の噴射時期を早期（進角側）にするほど予混合期間は長くなり、逆に遅期（遅角側）にするほど予混合期間は短くなるので、実

予混合期間が目標予混合期間よりも短い場合には、燃料の噴射開始時期を進角側に調節し、逆に実予混合期間が目標予混合期間よりも長い場合には遅角側に調節する。

#### 【0030】

2) 燃料噴射圧力（コモンレール圧）の調節。燃料の噴射圧力を低くするほど予混合期間は長くなり、逆に高くするほど予混合期間は短くなる傾向にある。そこで、実予混合期間が目標予混合期間よりも短い場合には、燃料の噴射圧力を下降側に調節し、逆に実予混合期間が目標予混合期間よりも長い場合には上昇側に調節する。

#### 【0031】

なお、1)、2)の方法において、燃料の噴射時期及び噴射圧力の調節は、エンジン運転状態から決定した燃料の噴射量やエンジンに要求される出力などを考慮して行われる。

#### 【0032】

3) EGR装置19によるEGR率の調節。EGR率を高めて混合気の酸素濃度及び圧縮端温度を低下させることで予混合期間が長くなり、逆にEGR率を低めれば予混合期間が短くなる。そこで、実予混合期間が目標予混合期間よりも短い場合には、EGR率を高く調節し、逆に実予混合期間が目標予混合期間よりも長い場合には低く調節する。このように、本実施形態のEGR装置19は、NO<sub>x</sub>を低減させる機能と燃料の予混合期間を調節する機能とを有する。

#### 【0033】

次に、予混合期間の制御（調節）方法の一例を説明する。なお、本実施形態では、高出力化・低燃費化の観点からみて、燃料の着火時期が圧縮上死点TDCとなるように制御する。

#### 【0034】

まず、エンジン回転速度とアクセル開度等に基づいて、マップ又は演算式から燃料の目標着火時期及び目標予混合期間を決定する。上述したように目標着火時期は圧縮上死点TDCである。目標予混合期間は、エンジン回転速度やアクセル開度等のパラメータによって変化する。

## 【0035】

そして、決定した目標着火時期及び目標予混合期間を満たすような、燃料の噴射時期、噴射圧力、およびEGR率を着火制御モデルに基づいて演算する。燃料の予混合期間は、エンジン冷却水温度、吸入空気温度、吸気圧力などの各種条件により変化するため、予め実験や物理式を用いてエンジン毎に着火制御モデルを作成する。なお、本実施形態では燃料の着火時期が圧縮上死点TDCであるので、燃料の噴射開始時期は、圧縮上死点TDCから目標予混合期間と燃料噴射期間分だけ進角させた時期となる。

## 【0036】

次に、演算した燃料噴射時期、噴射圧力、EGR率に基づいてインジェクタ9、EGR装置19等を制御する。そして、実際の燃料噴射終了時期を噴射終了時期検出手段により検出し、実際の燃料着火時期を着火時期検出手段により検出し、それら検出値に基づいて、実際の予混合期間を算出する。

## 【0037】

次に、実際の予混合期間と目標予混合期間との差を算出し、その差を加味して、次の燃焼サイクルにおける予混合期間調節パラメータ（燃料噴射時期、燃料噴射圧力、EGR率）の制御量を決定する。これによって、実予混合期間が目標予混合期間に近づくことになり、スモークを確実に低減できる。

## 【0038】

なお、予混合期間調節パラメータ（燃料噴射時期、燃料噴射圧力、EGR率）を最初にマップから決定し、実予混合期間と目標予混合期間とがずれたときに、各予混合期間調節パラメータを補正するようにしても良い。

## 【0039】

このように、本実施形態の燃料噴射制御装置によれば、燃料の予混合期間を適切に制御できるため、排気ガスを効果的かつ確実に改善できると共に、HCの排出量や燃費が悪化することがない。

## 【0040】

図2に、燃料噴射時期及び予混合期間の異なる二種類の燃焼（噴射）を行ったときの、筒内平均ガス温度 $T_{mean}$  (K)、熱発生率 $ROHR$  (J/°C・A

。)及び筒内圧力  $P_{cyl}$  (MPa) の測定結果を示す。また、図3にそのときの  $NO_x$  排出量 ( $g/kWh$ )、スモーク濃度 (FSN) 及び燃料消費率 BSFC ( $g/kWh$ ) の測定結果を示す。

#### 【0041】

図中、I は燃料の噴射開始時期を約  $16^\circ$  BTDC ( $-16^\circ$  ATDC) としたものであり、II は燃料の噴射開始時期を約  $6^\circ$  BTDC ( $-6^\circ$  ATDC) としたものである。I 及び II 共に、圧縮上死点 TDC 直後に燃料が着火するように制御される。つまり、I では予混合期間  $T_{mix I}$  が比較的長く (クランク角にして約  $13^\circ$ ) 調節され、II では予混合期間  $T_{mix II}$  が比較的短く (クランク角にして約  $3^\circ$ ) 調節される。

#### 【0042】

図2から分かるように、筒内平均ガス温度  $T_{mean}$  及び筒内圧力  $P_{cyl}$  は、予混合期間が長い I の方が、予混合期間が短い II と比較して若干高くなる。一方、熱発生率 ROHR は I、II でほぼ同等である。

#### 【0043】

また、図3から分かるように、 $NO_x$  排出量及びスモーク濃度は、予混合期間が長い I の方が、予混合期間が短い II と比較して低減されている。特にスモークについては、II が 1.51 (FSN) であるのに対して、I では全く排出されなかった。この結果から、熱発生率が同等であっても、予混合期間が異なれば、スモーク及び  $NO_x$  の排出量が大きく異なることが分かる。つまり、熱発生率のみに基づいて燃料噴射を制御しても排気ガスの浄化を効果的に行うことは難しく、予混合期間を適切に制御する必要があることが分かる。

#### 【0044】

なお、燃料消費率 BSFC については、I と II とでほぼ同等である。これは、両者の着火時期がほぼ同じであるためと思われる。つまり、燃料消費率には燃料着火時期が大きく影響する。

#### 【0045】

次に、図4に予混合期間を種々変えて燃焼 (噴射) を行ったときの、スモーク濃度 (FSN)、 $NO_x$  排出量 ( $g/kWh$ )、THC 排出量 ( $g/kWh$ )、

CO排出量 ( $\text{g/kWh}$ ) 及び燃料消費率 BSFC ( $\text{g/kWh}$ ) の測定結果を示す。図中横軸がクランク角で表した予混合期間であり、図は予混合期間を  $0^\circ$  CA  $\sim 16^\circ$  CA の範囲内で変化させたときの測定結果を示している。なお、燃料の着火時期は圧縮上死点 TDC で固定とした。

#### 【0046】

図から分かるように、スモーク濃度及び  $\text{NO}_x$  排出量については、予混合期間が長い方が低減することが分かる。つまり、予混合期間約  $5^\circ$  CA 以上でスモーク濃度がほぼゼロレベルとなり、予混合期間約  $7^\circ$  CA 以上で  $\text{NO}_x$  排出量がほぼ最低値となる。これは、予混合期間中に燃料が十分に希薄化されたことを意味している。このように、スモーク及び  $\text{NO}_x$  だけに着目すれば予混合期間は約  $7^\circ$  CA 以上とすることが好ましい。

#### 【0047】

しかしながら、図から分かるように、予混合期間をあまり長くしすぎると、THC の排出量が増加してしまう。これは、予混合期間を長くするには燃料噴射開始時期を早期にする必要があるのだが、燃料噴射開始時期をあまり早期にしすぎると、ピストン 4 がかなり下方に位置した状態で燃料が噴射されるため、噴射された燃料がキャビティ 11 に入らずにシリンダ側壁等に付着して未燃燃料として排出されるからである。特に、燃費及び出力の点からみると、燃料の着火時期を TDC 近傍 (例えば  $0 \sim 5^\circ$  ATDC) に設定する必要があるため、予混合期間を長くするには燃料噴射開始時期を早期にせざるを得ない。よって、THC 排出量を増加させないためには、燃料噴射開始時期の進角側の限界を、インジェクタ 9 から噴射された燃料がぎりぎりキャビティ 11 に入る時期にする必要がある。

#### 【0048】

以上のことから、 $\text{NO}_x$  及びスモークを低減すると共に、HC 排出量及び燃費の悪化を回避するためには、予混合期間を所定の範囲内にする必要があることが分かる。図 4 の例では、この範囲は、約  $7^\circ \sim 10^\circ$  CA である。従って、上述した目標予混合期間はこの範囲内で設定される。なお、最適な予混合期間の範囲はエンジン運転状態などにより変化する。

#### 【0049】

本発明は以上説明した実施形態に限定されず、様々な変形例が考えられる。

#### 【0050】

例えば、実予混合期間検出手段を構成する噴射終了時期検出手段は、インジェクタ9のニードル弁の移動（リフト）を直接検出するリフトセンサを用いても良い。また、コモンレール24の圧力を検出するコモンレール圧センサ17を用いても良い。つまり、燃料の噴射によってコモンレール圧が一時的に減小し、噴射が終了すると再びコモンレール圧が上昇するので、コモンレール圧センサ17の検出値に基づいて燃料噴射終了時期を判断することができる。

#### 【0051】

また、着火時期検出手段として、燃烧室10内に臨んで設けられ、着火・燃烧により発生したイオンに流れるイオン電流を検出するイオンセンサを用いても良い。イオンセンサの具体例は、例えば特開平11-82121号公報に記載されたもの等がある。あるいは、着火時期検出手段として、エンジン本体に設けた加速度センサを用いることもできる。つまり、着火・燃烧により生じるエンジンの振動を加速度センサで検出して、燃料の着火時期を判断するようにしても良い。

#### 【0052】

また、予混合期間調節手段は実施例に提示したEGR装置に限らず、EGR管20を用いなくて吸気行程中の排気弁開放等により排気ガスを筒内残留させる、いわゆる内部EGRであっても良く、既燃ガスを用いた種々のEGR装置が適用可能である。また、EGR装置以外にも種々のものが適用可能である。

#### 【0053】

例えば、燃烧室の容積を変更して圧縮比を変化させる可変圧縮比機構や、吸排気バルブの開閉タイミングを変えて圧縮比を変化させる可変バルブタイミング機構が予混合期間調節手段として適用可能である。具体的には、圧縮比を低くすることで予混合期間を長期化でき、逆に圧縮比を高くすれば短期化できる。可変圧縮比機構の具体例としては、例えば特開2001-20784号公報に記載されたもの等があり、可変バルブタイミング機構の具体例としては、例えば特開2000-130200号公報に記載されたもの等がある。

#### 【0054】

また、燃焼室 10 内の混合気に水又はアルコール等の液体を噴射して混合気の温度を低下させ、予混合期間を長期化させる噴射手段も予混合期間調節手段として適用可能である。

#### 【0055】

更に、燃焼室内に臨んで設けられ、所定のタイミングで混合気を着火させる点火プラグも予混合期間調節手段として適用できる。

#### 【0056】

また、吸気圧力を変化させる吸気絞り弁 23 も予混合期間調節手段として適用できる。

#### 【0057】

また、予混合期間調節手段は上述した各手段を併用しても良い。

#### 【0058】

#### 【発明の効果】

以上要するに本発明によれば、排気ガスを改善できるという優れた効果を発揮するものである。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

本発明の一実施形態に係る燃料噴射制御装置を備えたエンジンの概略図である。

#### 【図 2】

予混合期間の異なる二種類の燃焼を行ったときの、筒内平均ガス温度、熱発生率及び筒内圧力の測定結果を示すグラフである。

#### 【図 3】

予混合期間の異なる二種類の燃焼を行ったときの、NO<sub>x</sub> 排出量、スモーク濃度及び燃料消費率の測定結果を示すグラフである。

#### 【図 4】

予混合期間を種々変えて燃焼を行ったときの、スモーク濃度、NO<sub>x</sub> 排出量、THC 排出量、CO 排出量及び燃費消費率の測定結果を示すグラフである。

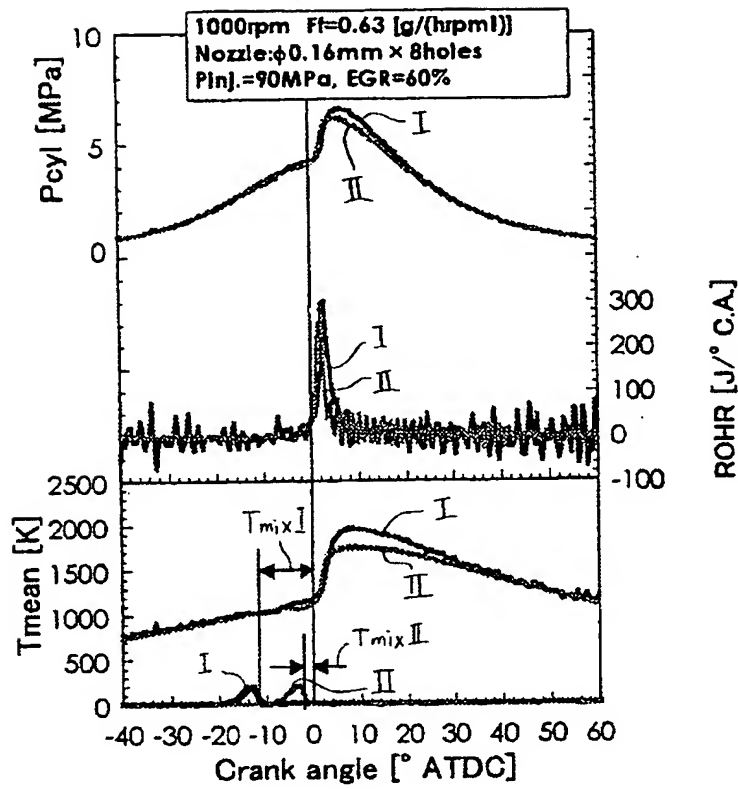
#### 【符号の説明】



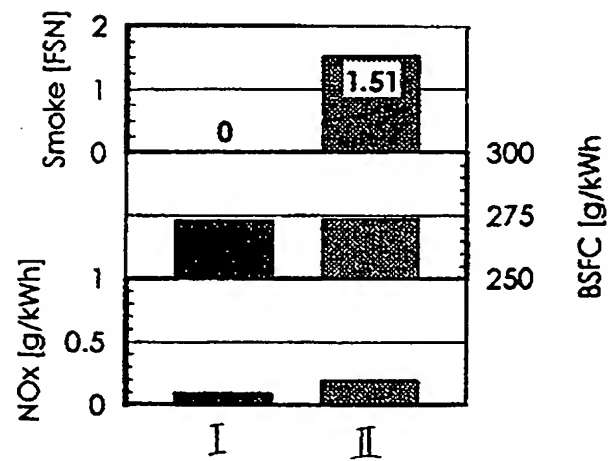
- 1 エンジン本体
- 2 シリンダ
- 9 インジェクタ
- 1 0 燃焼室
- 1 9 E G R 装置（予混合期間調節手段、排気ガス還流手段）
- 2 4 E C U
- 3 0 筒内圧センサ（着火時期検出手段）



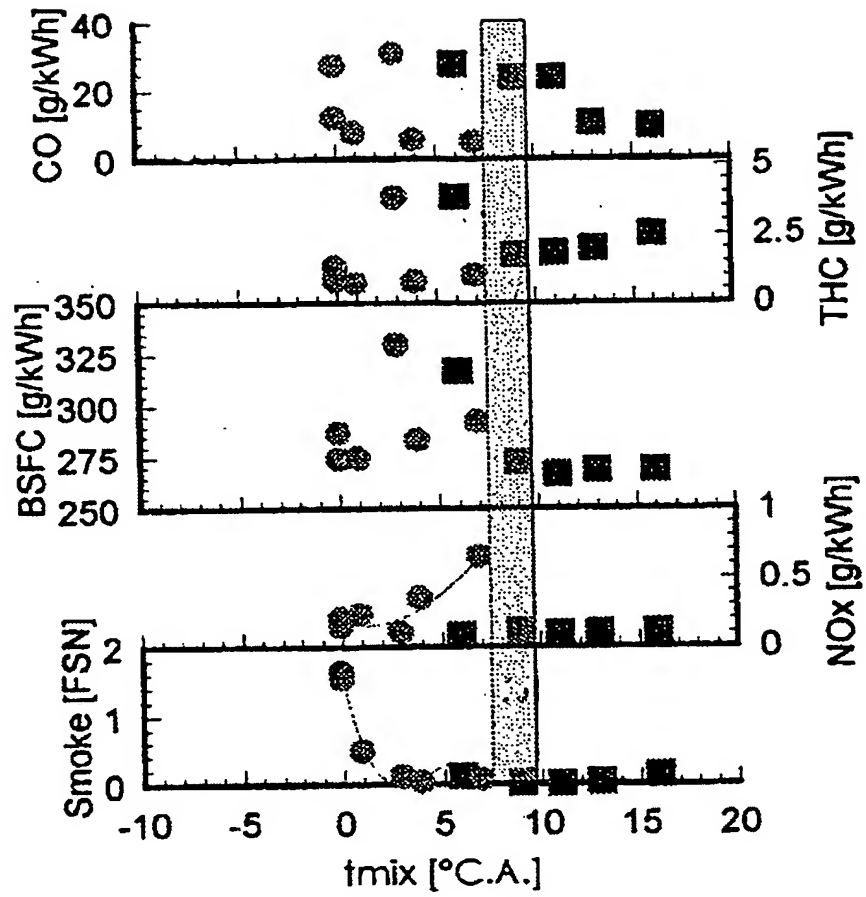
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 燃料の予混合期間を適切に制御して排気ガスを改善できる燃料噴射制御装置を提供する。

【解決手段】 燃烧室 1 0 内に噴射した燃料が、燃料の噴射終了後、予混合期間を経て着火するようにした燃料噴射制御装置であって、エンジン運転状態などに基づいて目標とする予混合期間を決定する目標予混合期間決定手段と、実際の予混合期間を検出する実予混合期間検出手段と、上記実予混合期間が上記目標予混合期間に近づくように燃料の予混合期間を調節する予混合期間調節手段とを備えたものである。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 3 - 1 2 2 0 2 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 0 1 7 0 ]

1. 変更年月日

1 9 9 1 年 5 月 2 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都品川区南大井 6 丁目 2 6 番 1 号

氏 名

いすゞ自動車株式会社